GINGER BURGEAP

axelera
ENSEMBLE, CATALYSONS LES RÉUSSITES

Pump and Treat

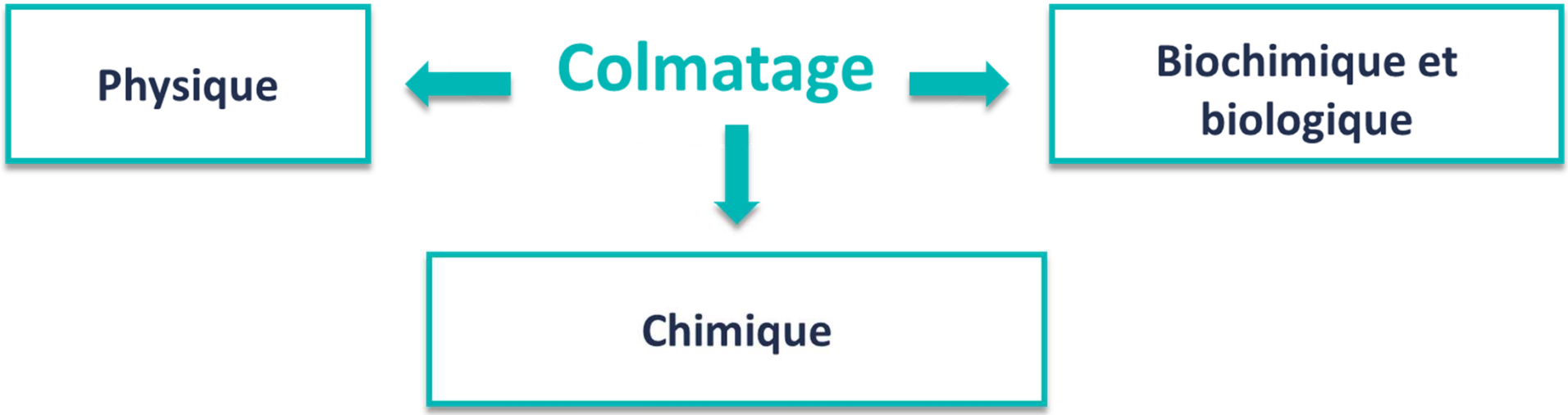
Le colmatage des forages :
retours d'expérience issus de la géothermie et de l'eau potable applicables aux ouvrages de dépollution

Laurent PYOT

Sommaire

- Les différents types de colmatage
- Enseignement issus de retours d'expérience en géothermie et eau potable
- Applications suggérées en traitement de nappe

Les différents types de colmatage



Les différents types de colmatage

- Le colmatage particulaire ou physique :

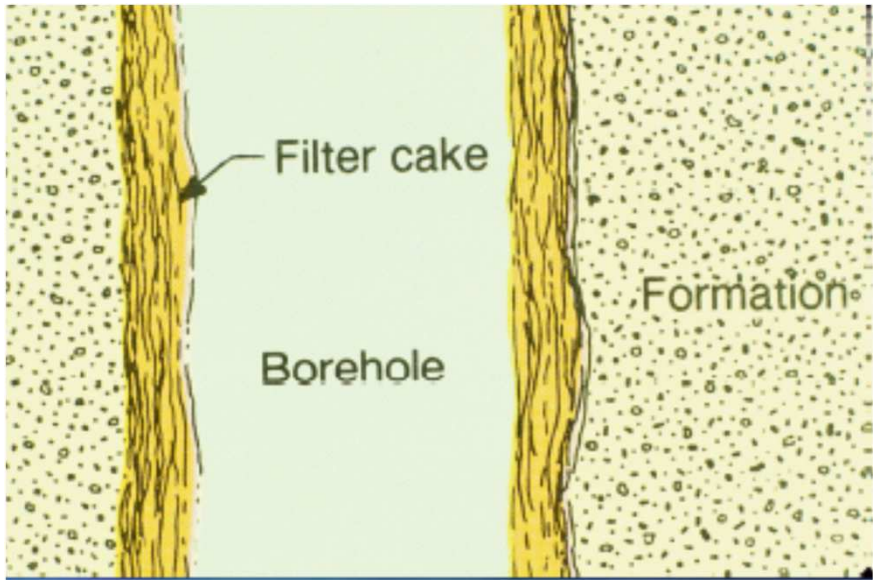


Illustration Johnson Screens

Equipement d'un forage (S. Bart)

Les différents types de colmatage

➢ Le colmatage biochimique :

- Se rencontre principalement milieu réducteur riche **en fer et Mn dissous**,
- Résulte d'une oxydation de ce fer et ce manganèse,

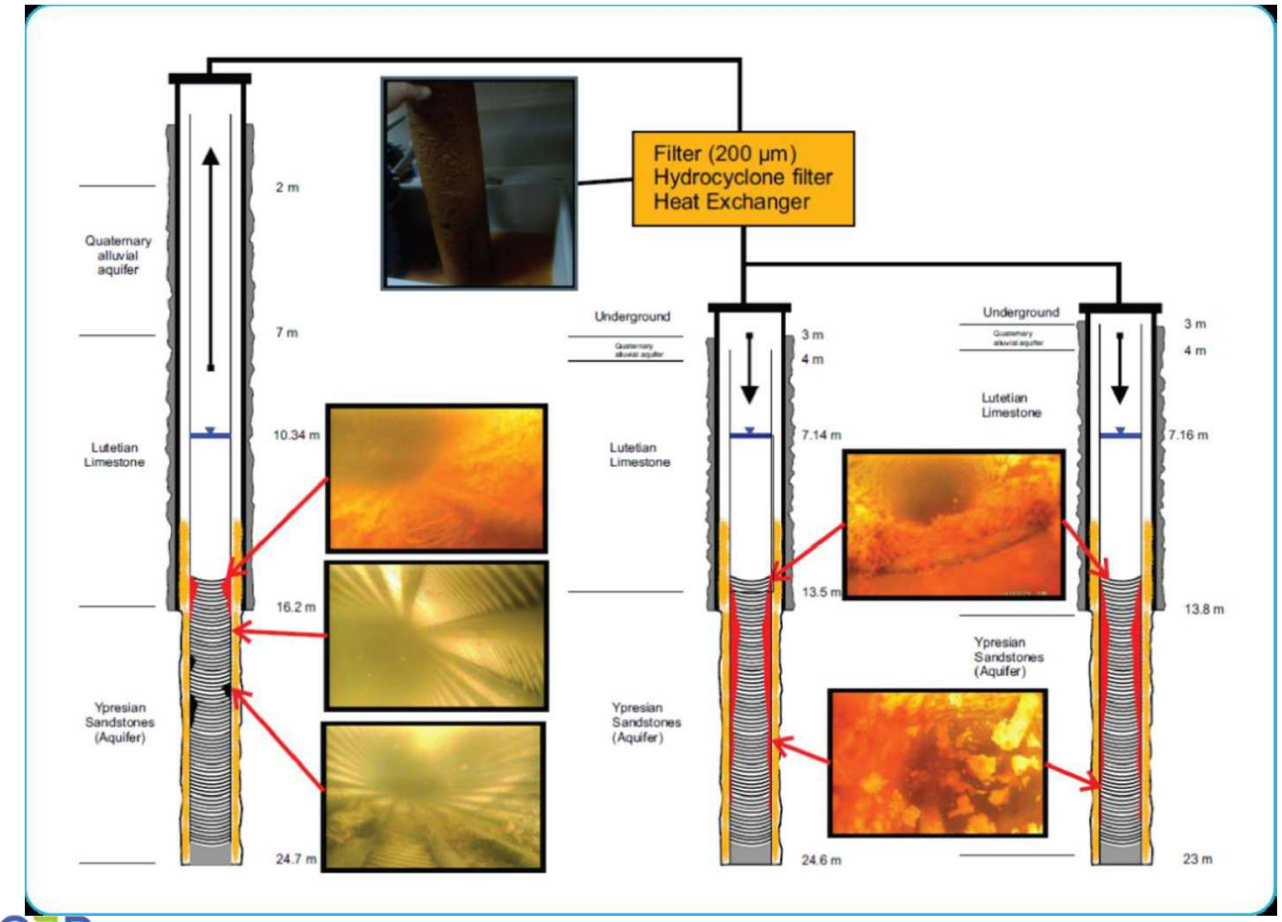


Illustration (L. Burté

Les différents types de colmatage

- Le colmatage biologique :

- Souvent rencontrés en milieu réducteur riche en sulfates (500 à > 1000 mg/l
- Souvent associé au colmatage biochimique précédent
- BSR et BTSR réduisent les sulfates en H2S,
- Cet H2S peut activer d'autres bactéries qui vont créer des biofilms denses colmatants

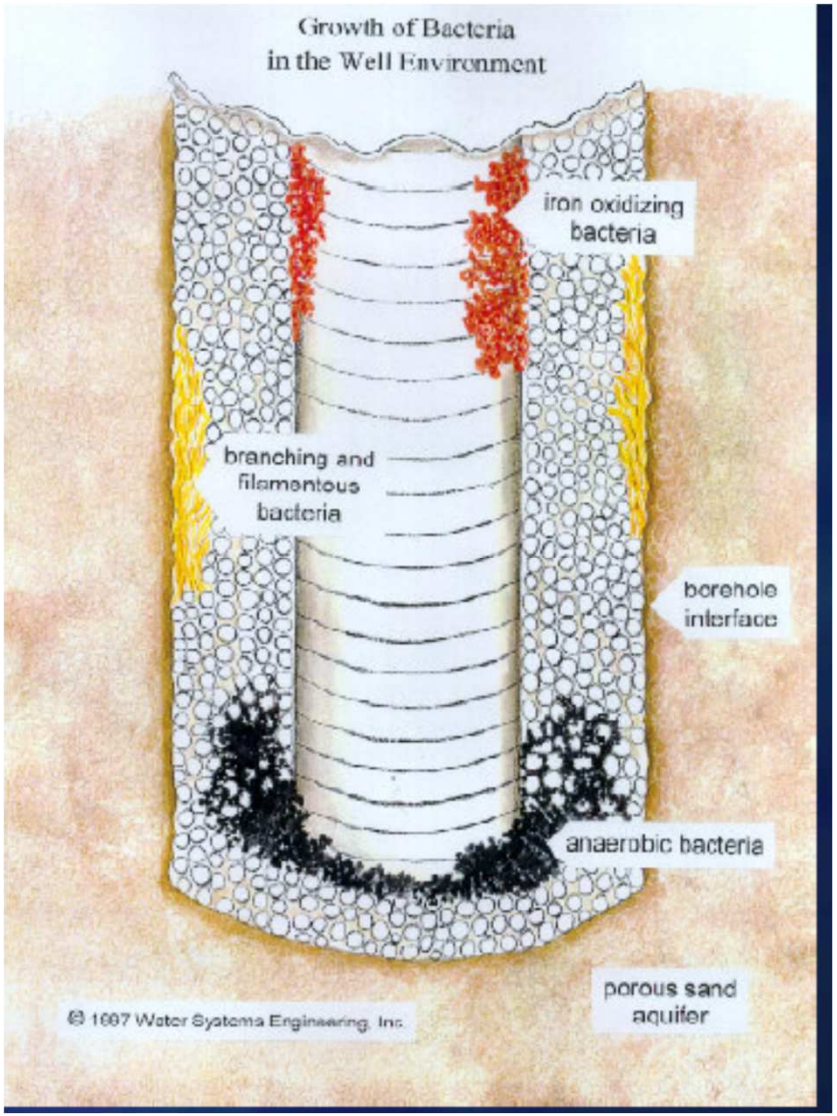


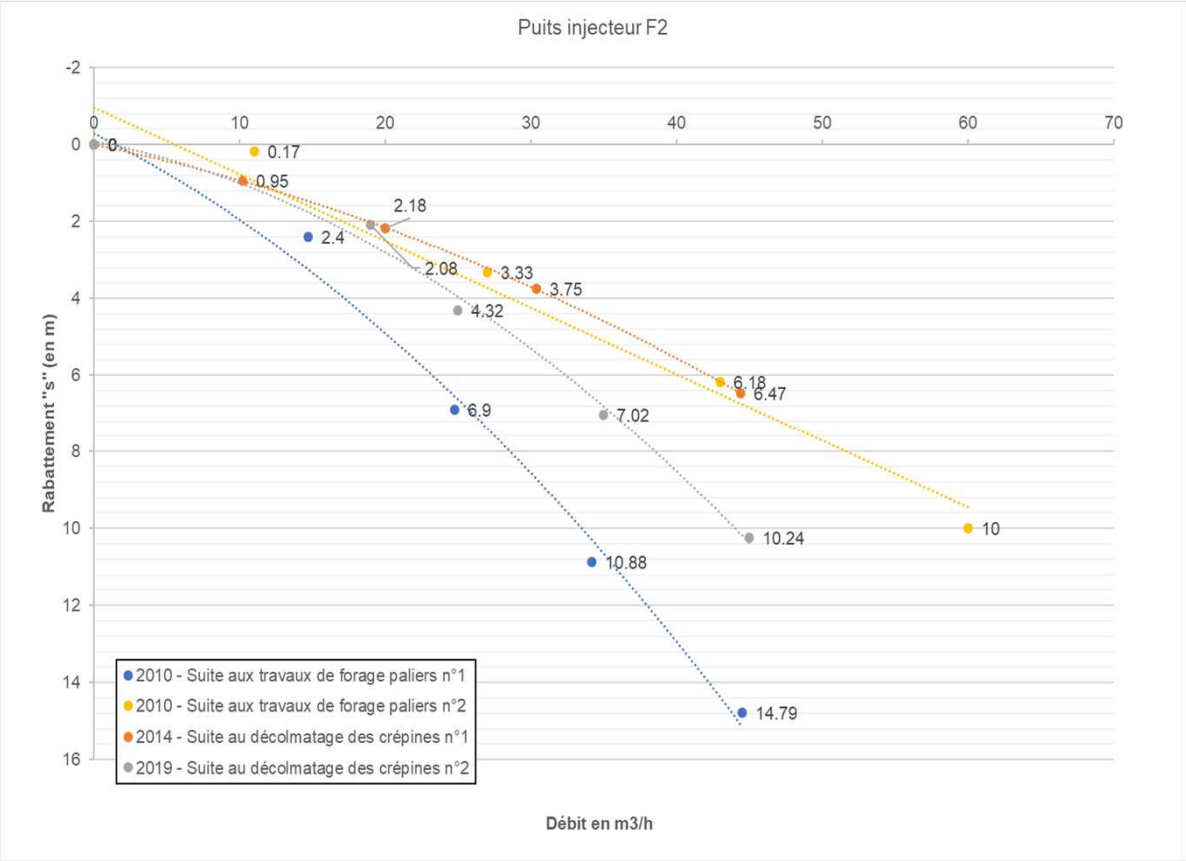
Illustration Johnson Screens

GINGER BURGEAP

Les conséquences du colmatage

- Perte de productivité des forages

- Colmatage des tuyaux et embouage des organes hydrauliques d'un circuit



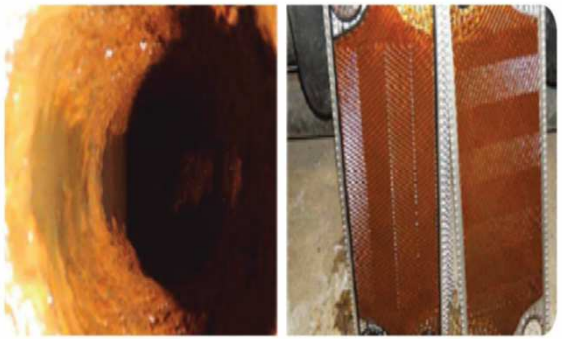


Illustration Antea Group

GINGER BURGEAP

Les différents types de colmatage

- **Plusieurs processus de colmatage** peuvent se rencontrer dans un forage

- Sensibilité au colmatage est fonction **de nombreux facteurs** :
  - type de sol,
  - Relation entre nappes et nappe-rivière
  - qualité de la nappe naturelle et dégradée,
  - Régime d'exploitation etc…

- Analyses statistiques des causes de colmatage ne montrent jamais de corrélation nette permettant d'anticiper de manière certaine un processus de colmatage

- **Phénomènes complexes dont la maîtrise est encore perfectible**

GINGER BURGEAP

Enseignements issus de retour d'expérience

Etude BURGEAP du colmatage des forages AEP de l'Yprésien

- Aquifère stratégique en IDF pour l'AEP très fortement exploité,
- Aquifère sableux captif,
- Étude statistique, expérience de laboratoire et de terrain
- les forages **les moins colmatés** sont ceux présentant des vitesses d'entrée d'eau **dans les crépines < 0,5-1 cm/s** (contre 3 cm/s usuellement retenu dans la pratique du forage)

Forage (S. Bart)

Privilégier les gros forages !

GINGER BURGEAP

Enseignements issus de retour d'expérience

Etude américaine forages Michigan de 2003 (J. H. Schnieders)

- Forages réalisées par une entreprise ne montrent jamais de dégradation bactérienne,
- Entreprise familiale dont la devise est un forage demande deux fois plus de temps à être nettoyer que forer !

Phase de développement et de nettoyage est fondamental !

GINGER BURGEAP

Enseignements issus de retour d'expérience

Suivi de l'exploitation de plusieurs forages captifs de géothermie

- Forages captant l'Yprésien captif à la Défense,
- Dénoyage du toit de l'aquifère en raison d'un très gros pompage de chantier de transport urbain
- Baisse de productivité notable des forages concomitante

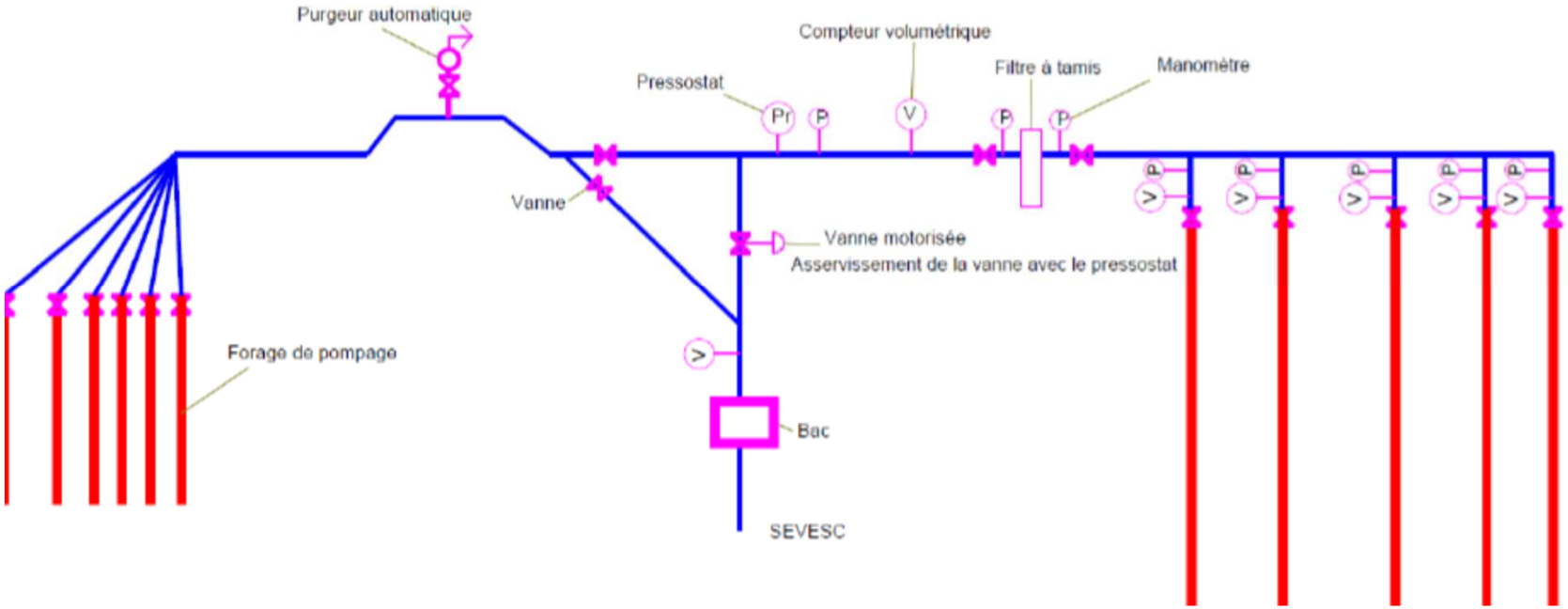
Limiter le rabattement en fonction du contexte hydrogéologique !

GINGER BURGEAP

Enseignements issus de retour d'expérience

Suivi d'un rabattement de nappe avec réinjection

- Dispositif de pompage rejet dans un contexte de craie sous alluvions,
- Nappe semi-libre sous des alluvions fines,
- Teneur en fer > 2 mg/l
- Colmatage des forages d'injection en 24 à 48 heures,
- Adaptation du dispositif : mise en pression du circuit de rejet



Enseignements issus de retour d'expérience

Suivi d'un rabattement de nappe avec réinjection

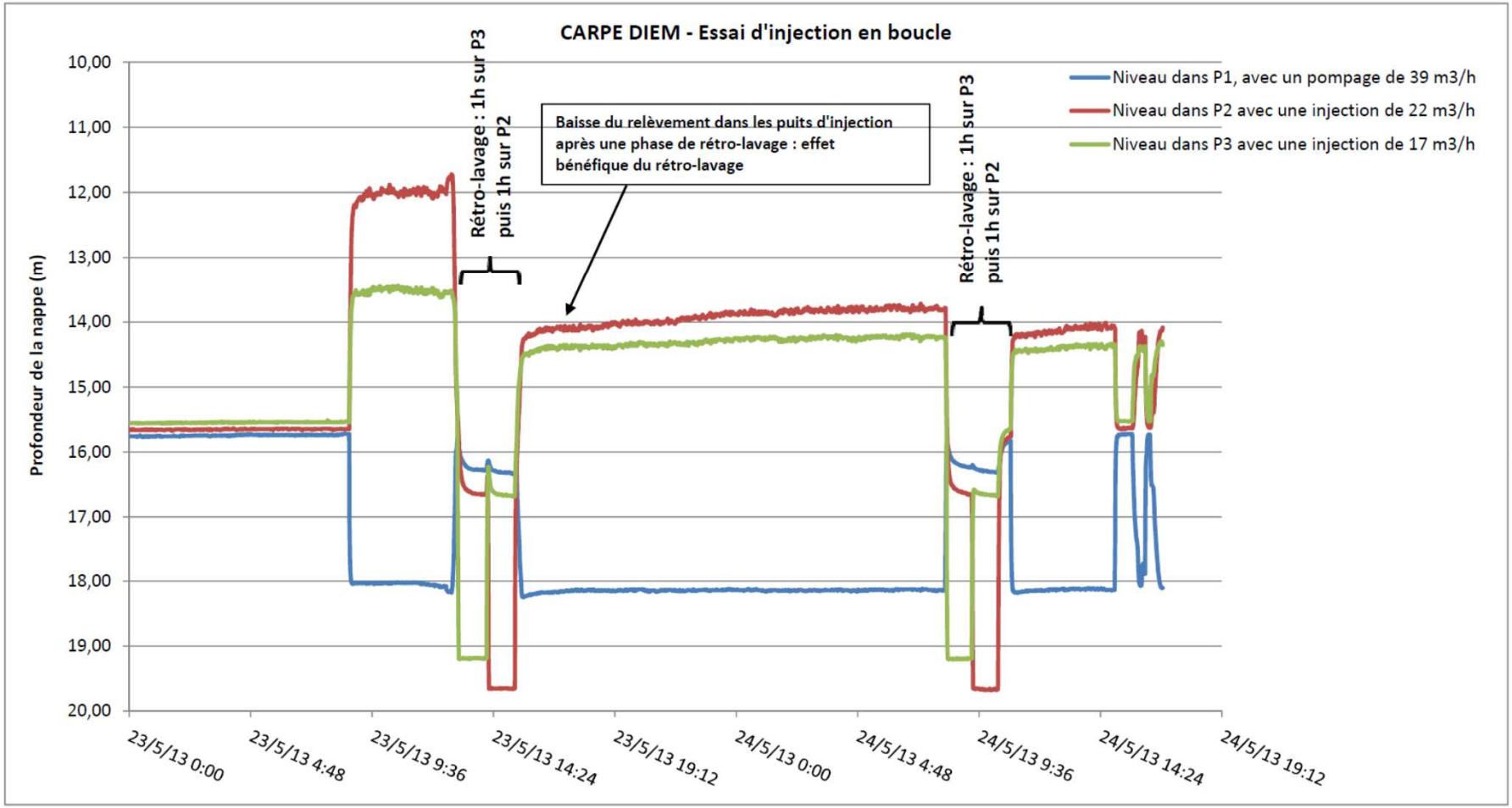
- Fréquence de nettoyage augmentée à 2 semaines

Limiter les entrées d'air dans un circuit de nappe en particulier quand l'eau est réinjectée

GINGER BURGEAP

Enseignements issus de retour d'expérience

Réinjection d'eau dans un dispositif de géothermie



GINGER BURGEAP

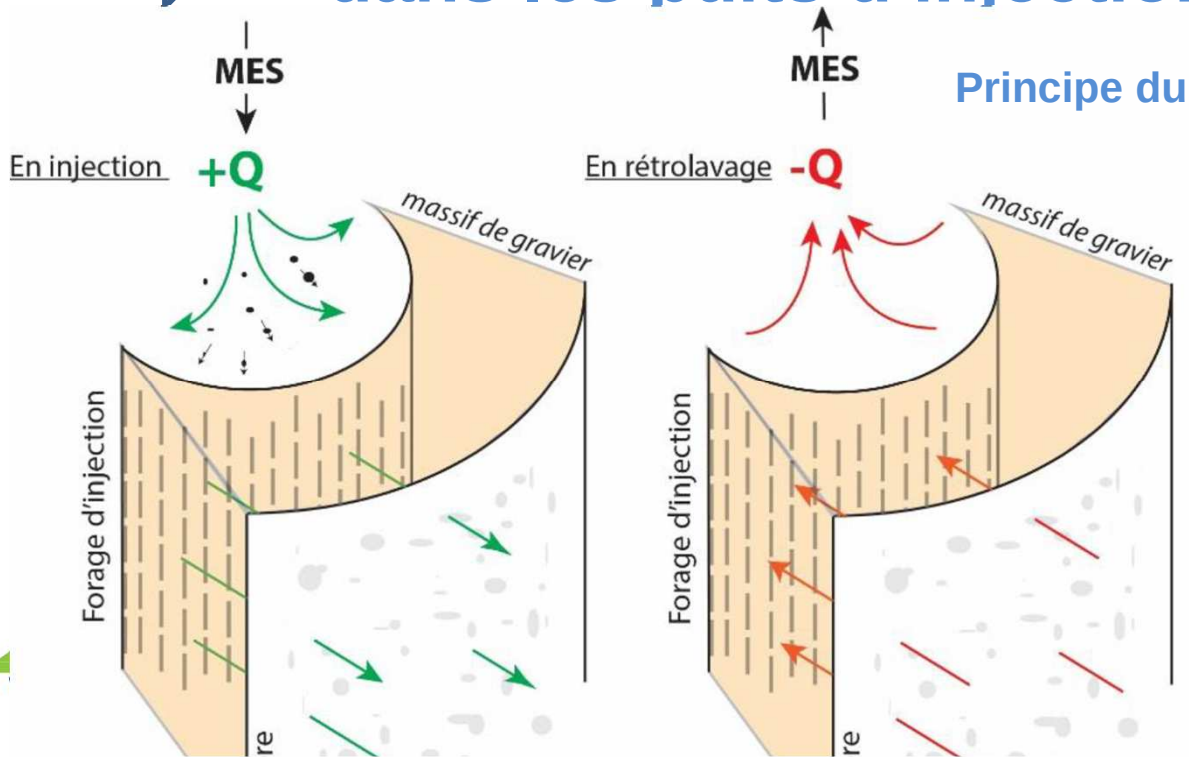
Enseignements issus de retour d'expérience

Réinjection d'eau dans un dispositif de géothermie

- Forages captant l'Yprésien captif à la Défense,
- Forages d'injection munis d'une pompe permettant de pomper périodiquement 2 fois plus d'eau que rejetée
- Rétro-lavage permet de regagner l'injectabilité originelle

Installer des dispositifs de rétrolavage dans les puits d'injection

Principe du rétrolavage (L. Burté)



Débit de rétrolavage :
$Q_{rétrolavage} >= Q_{injection}$

Fréquence (n/jours) et durée (min):
à adapter en fonction des observations réalisées lors du suivi de la boucle géothermale

Rejet dans le réseau :
(soumis à déclaration)

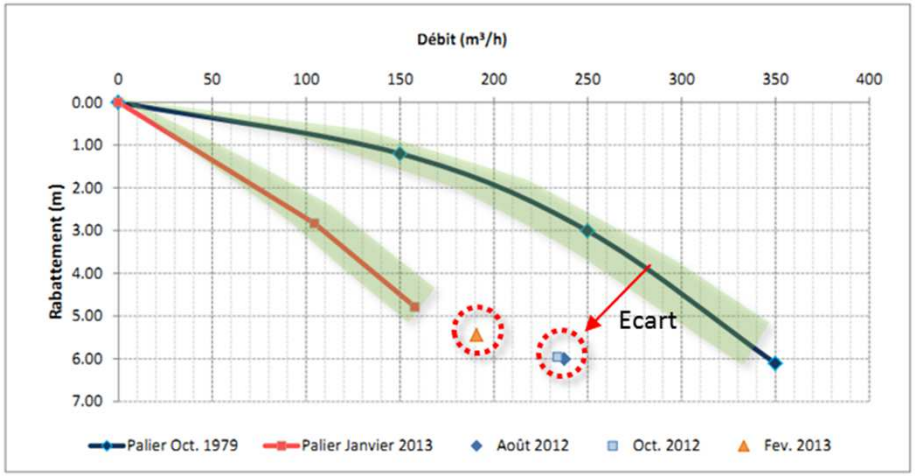
Enseignements issus de retour d'expérience

Etude statistique Johnson Screens sur l'efficacité des traitements de forage

Intervention < 30 % perte : récupération **totale** productivité

30 % < Intervention < 50 % : récupération **partielle** productivité

Intervention > 50 % perte : récupération **médiocre** productivité



Suivi de l'exploitation et opération de traitement aux stades précoces de colmatage

Applications suggérés en traitement de nappe

- Nappes superficielles de tous type souvent libres ou semi-captives
- Traitements de durées variables
- Possibilité de réinjection des eaux

GINGER BURGEAP

Applications suggérés en traitement de nappe

CONCEPTION	
Dispositif	Objectifs
Caractérisation hydrogéologique fine de l'aquifère	Anticiper les risques de colmatage et prévoir les dispositifs adaptés en conception et régime d'exploitation
Faire réaliser des forages gros diamètre et privilégier crépines à fort pourcentage d'ouverture	Limiter les vitesses de circulation d'eau aux abords du forage (0,5 m/s entrée crépines)
Disposer la pompe d'exhaure en pied de forage. Claper AR	Minimiser les entrées d'air dans le forage
En pompage écrémage privilégier les dispositifs avec 2 pompes superposés	Régulation fine du régime d'exploitation

Applications suggérés en traitement de nappe

CONCEPTION	
Dispositif	Objectifs
Maintenir en pression le circuit hydraulique avec vanne de maintien de pression	Minimiser les entrées d'air dans les organes de traitement (P > 0,5 b)
En amont des unités de traitement, envisager des filtres autonettoyant	Préserver la ligne de traitement avec automatisation du nettoyage à pression définie
En injection : colonne d'injection fine à disposer sous le niveau statique	Eviter turbulences et oxygénation de l'eau en cascade
En injection, envisager un dispositif de rétrolavage (2x débit injecté)	Permet un nettoyage automatique des forages aux stades précoces de nettoyage

GINGER BURGEAP

Applications suggérés en traitement de nappe

REALISATION	
Dispositif	Objectifs
Désinfection du matériel et des équipements de forage et de traitement	Limiter le risque d'apparition d'un développement bactérien colmatant
Eviter l'usage de boues polymères	Risque de fournir un substrat nutritif pour les bactéries si usage non maîtrisé
Développer le forage très longtemps	Obtenir une performance optimale pour limiter les perturbations liées au forage
Procéder à un essai de réception par paliers	Disposer d'un repère des performances de l'ouvrage pour quantifier le colmatage par la suite

GINGER BURGEAP

Applications suggérés en traitement de nappe

EXPLOITATION	
Dispositif	Objectifs
Réguler le dispositif en fonctionnement continu et à débit constant	Éviter les apports d'oxygène et les migrations de fines liées aux sur-débits
Mesurer et examiner les paramètres Q et s des forages	Suivre l'évolution de la performance des ouvrages par rapport au repère initial
Procéder à des traitements de forage aux stades précoces de colmatage (< 30%)	Se donner toutes les chances de récupérer la performance initiale avec des traitements physiques « simples » : *air-lift*, brossage, pistonnage, jetting, airshock etc… ***Soufflage à éviter***

GINGER BURGEAP

Références bibliographiques

- Etudes des risques de colmatage et optimisation des processus de traitements des doublets géothermiques superficiels, Luc Burté, thèse de doctorat, 20 juin 2018

- Rapport BRGM 85-SGN-030-EAU Colmatage – Décolmatage Etude documentaire, A. Lallemand Barrès, février 1985

- Rapport BRGM 85-SGN-051-EAU Colmatage des puits et forages – Manuel pratique, R. Dégallier, février 1985

- Chemical Cleaning, Disinfection and Decontamination of water wells, J. H. Schnieders, 2003

GINGER BURGEAP